

T S1/7

1/7/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

012542087      \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1999-348193/199930

**Preparation of mixed food ingredients in a dry or deep frozen condition containing gas bubbles e.g. ice cream**

Patent Assignee: INST LEBENSMITTELWISSENSCHAFT (INLE-N)

Inventor: WAGNER T; WINDHAB E J

Number of Countries: 001    Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19750677	A1	19990610	DE 1050677	A	19971115	199930    B
DE 19750677	C2	20010607	DE 1050677	A	19971115	200132

Priority Applications (No Type Date): DE 1050677 A 19971115

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19750677	A1		12	A23P-001/16	
DE 19750677	C2			A23P-001/16	

Abstract (Basic): DE 19750677 A1

NOVELTY - Producing sprayed foam powder particles consisting of e.g. ice cream, whipped cream, other dairy and dairy protein concentrates, or fruit or protein foam with an increased gas content up to 90 (preferably 30-70) vol.% comprises beating a liquid matrix to form a foam and mechanically spraying the foam into a cooled chamber while preventing loss of dispersed gas and, in less than 1 second, cooling at temperatures of at most 30 degreesC to 50 degreesC below matrix m. pt. to the storage temperature and so stabilizing the foam structure by crystalline and/or amorphous coagulation of the fluid phase.

USE - Process can be used to prepare mixed food ingredients in dry or deep frozen condition, medicine and vitamin mixtures, in which gas bubbles are present.

ADVANTAGE - The process enhances the quality of foods esp. ice cream, desserts, fruits and cakes. The process stabilizes the product in a deep frozen or dried condition with a negligible loss in gas. Product may be stored for many months. Mixtures of ingredients which are otherwise immiscible may be used.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic view of the process.

pp; 12 DwgNo 1/2

Derwent Class: D11; D13; P13

International Patent Class (Main): A23P-001/16

International Patent Class (Additional): A01J-011/00; A01J-013/00;

A23B-007/04; A23C-001/00; A23C-013/00; A23G-009/20; A23J-003/24;



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 197 50 677 A 1**

②1 Aktenzeichen: 197 50 677.1  
②2 Anmeldetag: 15. 11. 97  
④3 Offenlegungstag: 10. 6. 99

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**A 23 P 1/16**  
A 23 L 3/36  
A 23 G 9/20  
A 23 C 13/00  
A 23 C 1/00  
A 23 L 1/212  
A 23 B 7/04  
A 23 J 3/26  
A 23 J 3/24  
A 01 J 11/00  
A 01 J 13/00

DE 197 50 677 A 1

⑦1 Anmelder:  
Institut für Lebensmittelwissenschaft, Lehrstuhl für  
Lebensmittelverfahrenstechnik, Zürich, CH

⑦4 Vertreter:  
Beyer, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 40883 Ratingen

⑦2 Erfinder:  
Windhab, Erich J., Hemishofen, CH; Wagner,  
Tomas, Glattbrugg, CH

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 43 44 393 C1  
DE 42 02 231 C1  
DE 39 18 268 C1  
EP 04 78 118 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Herstellen von lagerfähigen, tiefgefrorenen oder getrockneten, eßbaren  
Schaumpulversprühteilchen, insbesondere von Lebensmitteln mit erhöhtem Gasgehalt, und Einrichtung zum  
Durchführen des Verfahrens

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Herstellen von lagerfähigen, tiefgefrorenen oder durch Fluidentzug getrocknet stabilisierten, eßbaren, Schaumpulversprühteilchen, insbesondere von Lebensmitteln mit erhöhtem Gasgehalt von bis zu 90 Volumenprozent. Es wird ein Weg aufgezeigt, wie Schaum ohne bzw. mit vernachlässigbarem Verlust an Gasphase entweder tiefgekühlt und/oder getrocknet so stabilisiert werden kann, daß er auch über längere Zeit, zum Beispiel über Monate, lagerfähig ist. Des weiteren lassen sich auf diese Art und Weise auch sonst schwer oder nicht mischbare Komponenten miteinander mischen. Wenngleich die Erfindung besondere Bedeutung für die gesamte Lebensmittelindustrie, für die Herstellung von Vitaminmischungen, Arzneimischungen aufweist, hat sie besondere Bedeutung für die Herstellung von solchen Produkten, in welchen eine innere disperse Gasblasenoberfläche vorteilhafte Qualitätsmerkmale wie z. B. Konsistenzverhalten (bei Speiseeis, Dessert-, Frucht- und Tortenmassen), das Rekonstitutionsverhalten (bei Instantprodukten) vorteilhaft beeinflußt.

DE 197 50 677 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von lagerfähigen, tiefgefrorenen oder getrockneten, eßbaren Schaumpulversprühteilchen, insbesondere von Lebensmitteln, wie Milchprodukte (Eiskrem, Schlagsahne, Milch- bzw. Milchproteinkonzentrate), von Früchteschäumen, Proteinschäumen oder dergleichen mit erhöhtem Gasgehalt.

Des weiteren betrifft die Erfindung eine Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

## Stand der Technik

Bei der Herstellung von Lebensmitteln aus verschiedenen Komponenten erfordert das homogene und entmischungsstabile Vermischen oftmals einen erheblichen produktions-spezifischen und apparativen Aufwand. Dies gilt insbesondere für die Herstellung von Speiseeis, ebenso wie für die Herstellung von Tortenmassen, gefrorenen Dessert- und Fruchtmassen, Sahne und Teigmassen. Bei der Herstellung von Speiseeis gehen die Investitionen für den apparativen Aufwand für die Installation von Mischanlagen, Homogenisierungsvorrichtung, Lagertanks (Reifetanks) und Freezern (kontinuierliche Gefrier-Aufschlag-Vorrichtungen) in die Millionen.

Aus der DE 42 02 231 ist eine Einrichtung zum Kühlen von eßbaren Schäumen, insbesondere Milchprodukten wie Eiskrem oder Schlagsahne, also von Lebensmitteln, vorbekannt, die den Schaum nach Herstellung auf Lagertemperatur tiefkühlt und worin Aufschlag-, Kühl- und Extrudiereinrichtungen durch Rohrleitungen untereinander verbunden sind. Hierzu wird in der vorerwähnten Druckschrift eine Einrichtung zum Kühlen von eßbaren Schäumen vorgeschlagen, bei der einer Aufschlagvorrichtung unmittelbar ein Kühl- und Gefriergerät zum Vorgefrieren des Schaumes, und dem Kühl- und Gefriergerät unmittelbar eine als kombinierte Tiefgefrier- und Transportvorrichtung ausgebildete motorisch antreibbare Extrudervorrichtung nachgeschaltet ist, in der der vorgefrorene Schaum auf Lagertemperatur herunterkühlbar ist und die Aufschlagvorrichtung, das Kühl- oder Gefriergerät und die Extrudervorrichtung durch Rohrleitungen miteinander verbunden sind, wobei die Extrudervorrichtung mindestens ein Doppelschneckensystem mit zwei mit ihren Drehachsen parallel zueinander angeordneten Schnecken aufweist, und die Schnecken des Doppelschneckensystems mit ihren Schneckenstegen (Wendel) an der inneren Zylindermantelfläche des sie umgebenden Gehäuses schaben, wobei die Stege der zweiten Schnecke mittig zwischen den Stegen der ersten Schnecke angeordnet sind und ein erhöhter Drehachsenabstand der Schnecken realisiert ist, so daß die der Zylindermantelfläche der jeweiligen Schnecke zugekehrte Stirnseite des Schneckensteges zur anderen Schnecke einen radialen Abstand aufweist, und wobei die Schneckenstege mit der Zylindermantelfläche der Schnecken und der inneren Zylindermantelfläche des Gehäuses einen extrem flachen Schneckenkanal begrenzen. Die Einrichtung weist eine Steuerung auf, welche die Drehzahl der Schnecken rezepturspezifisch unter Berücksichtigung der temperaturabhängigen kritischen Schubspannungen für die Strukturveränderungen zur optimierten Abstimmung von mechanischem Energieeintrag, homogener Strukturbeanspruchung des jeweiligen Produktes, überkritischer Scherung, Kühlgradient und Gefrierprozeß durch Erfassung der Produktkonsistenz als Zielgröße vornimmt, wobei die Produktkonsistenz mittels einer on-line-Viskositätsmessung bestimmt wird, derart, daß im Stoffsystem dissipierte, das heißt in Wärmeenergie umgewandelte mechanische Energie ein kritisches Maß nicht überschreitet. Durch diese vorbe-

kannte Einrichtung soll ein lagerfertiges Tiefgefrieren von Eiskrem oder anderen Fluiden auf Temperaturen von weniger als  $-10^{\circ}\text{C}$  unter gleichzeitiger Erzeugung eines kreamigen Zustandes möglich sein, bei weitestgehend homogenem mechanischem Energieeintrag aufgrund der Verwendung eines speziellen Doppelschneckensystems.

Aus der FR-PS 1 507 738 ist ein Verfahren zum Herstellen von Gefrierprodukten in körniger Form auf der Basis von Flüssigkeitstropfen vorbekannt, bei dem die zu gefrierende Flüssigkeit in einen kalten Gasstrom zerstäubt wird. Dabei erstarren die Flüssigkeitstropfen durch Absorption der Wärme, ohne daß sie mit einer festen Oberfläche in Berührung kommen. Dann wird anschließend das pulverförmige Gefrierprodukt vom Gasstrom getrennt. Der Gasstrom ist hohem Druck ausgesetzt. Das pulverförmige Gefrierprodukt wird unterkühlt, bevor es vom Gasstrom getrennt wird. Die zerstäubte Flüssigkeit wird dabei durch einen Gasstrom gefroren, der im Prinzip von unten nach oben durch eine Gefrierkammer strömt, indem die Geschwindigkeit des Gasstromes während der Dauer des Gefrierens herabgesetzt wird, und erhöht wird, während die Mischung die Gefrierkammer verläßt und sich trennt. Eine Anlage zum Durchführen dieses Verfahrens besteht aus einer Gefrierkammer, die mindestens eine Zerstäubervorrichtung für die zu gefrierende Flüssigkeit, mindestens einen Separator für die Mischung des gefrorenen Produktes in Pulver und Gas und mindestens eine Vorrichtung zum Entnehmen des gefrorenen Produktes aus der Anlage, sowie eine Vorrichtung enthält, die den Gasstrom heranzuführt und mindestens eine Vorrichtung zum Kühlen des Gasstromes, bevor er die Gefrierkammer erreicht. Es ist außerdem ein Umlaufgebläse vorgesehen, das den Gasstrom zirkulieren läßt. Neben einer Düse zum Zerstäuben der zu gefrierenden Flüssigkeit ist außerdem eine Zerstäubervorrichtung für zusätzliches Gas vorgesehen, die das Gas unter hohem Druck in die Anlage einleitet. Dieses zusätzliche Gas unter hohem Druck gelangt als Überschub durch die Zerstäubervorrichtung in die Anlage und treibt ein Umlaufgebläse an. Dann gelangt es in einen Wärmetauscher, der im Umlauf des Gasstromes zwischen dem Gebläse und der Kältekammer in Gegenrichtung des Gasstromes angeordnet ist und erwärmt sich dort beim Abkühlen des Gasstromes auf etwa die Umgebungstemperatur. Mit diesem Verfahren soll die Herstellung eines pulverförmigen gefrorenen Produktes, das heißt in Form von sehr feinen Körnern, möglich sein, die auf der Basis von Flüssigkeitstropfen erhalten werden insbesondere von wäßrigen Lösungen wie zum Beispiel Fruchtsaft, Milch oder Kaffee und ähnliche Produkte.

Die FR-PS 2 342 472 betrifft ebenfalls ein Verfahren zum Gefrieren von flüssigen Produkten, wobei das flüssige Produkt in einer ausreichend kalten Umgebung zerstäubt wird, um ein praktisch sofortiges Gefrieren der zerstäubten Produkte zu erreichen. Das gefrorene Produkt wird in Form eines Pulvers aufgefangen, dessen Granulometrie von der Größe der zerstäubten Partikel abhängt. Später wird dieses Pulver einer mechanischen Bearbeitung unterzogen, wenn die Granulometrie verfeinert werden muß. Normalerweise sollen Produkte so gefroren werden, die im Normalzustand in einer mehr oder weniger viskosen, sogar breiartigen flüssigen Form vorliegen.

Angewendet werden soll dieses Verfahren beim Gefrieren von Milch, Eiern, Brei und Fruchtsaft.

Die BE-PS 595 605 bezieht sich auf ein Verfahren zur Konservierung von flüssigen Nahrungsmitteln, insbesondere auf ein Verfahren zum Gefrieren von Vollmilch, Fruchtsäften, Bier und ähnlichen Flüssigkeiten, die nach ihrem Auftauen ihren ursprünglichen Zustand wieder zurück- erhalten sollen. Hierzu wird die Flüssigkeit in winzige, im

Abstand zueinander befindliche Partikel in einer gekühlten Kammer zerstäubt, um das schnelle Gefrieren dieser Partikel zu bewirken, während sie sich im Abstand zueinander befinden. Das gefrorene Produkt wird anschließend verpackt. Zum Durchführen dieses Verfahrens wird eine abgekühlte Kammer verwendet, die unterhalb des Gefrierpunktes der betreffenden Flüssigkeit gekühlt wird. Bei der Durchführung dieses Verfahrens zum Konservieren einer Flüssigkeit wird die betreffende Flüssigkeit in Partikel von rund 1/2 Mikron bis 500 Mikron, in einer gekühlten Kammer eingesprüht, um das schnelle Gefrieren der Partikel zu bewirken. Es wird auch vorgeschlagen, die zu konservierende Flüssigkeit unter Unterdruck zu setzen, sie anschließend in winzige Partikel von 1/2 Mikron bis 500 Mikron in einer gekühlten Kammer zu zerstäuben, um das erwähnte schnelle Gefrieren der Partikel zu bewirken. Hierdurch wird ein gekühltes, nicht oxydierendes Gas in der Kammer in Zirkulation gehalten. Wird Milch auf diese Weise konserviert, so wird sie ebenfalls in Partikel von 1/2 Mikron bis 500 Mikron in eine unterkühlte Kammer eingesprüht, deren Temperatur -23,3°C bis -40°C aufweist, um das schnelle Gefrieren der Milchpartikel zu bewirken. Auch die Milch kann hierbei einem Unterdruck ausgesetzt werden. Das tiefgefrorene Pulver kann dadurch verpackt werden, daß es in Blocks zusammengepreßt wird, um den Gasanteil im Block zu eliminieren. Auch Bier soll auf diese Art und Weise haltbar gemacht und transportiert werden.

Alles in allem verspricht man sich durch dieses Verfahren anscheinend eine bessere Möglichkeit, um Vollmilch an einem beliebigen Ort durch Molkereien herzustellen und zu konservieren und sie auch über lange Strecken transportieren zu können, und zwar zu günstigen Preisen.

Die WO 92/02146 betrifft eine gekühlte Mischkammer, durch die verschiedene Bestandteile für Eiskrem hindurchgebracht werden. Hierbei wird kein Pulver, sondern eine hochkonsistente Masse erzeugt. Auf das Einhalten eines Mischverhältnisses kommt es nicht an. Zum Beispiel kann Schokoladenstreusel einfach in rieselfähigem Zustand oben aufgeschüttet werden. Befüllt werden Eisbecher, wie sie normalerweise zum Verzehr bereitstehen.

Die FR-PS 2 375 901 betrifft eine Anlage zum Gefrier-trocknen mit einer Kühlkolonne, Vorrichtungen zum Heran-führen von Kühlmitteln und flüssigen Produktströmen und einer Auslaßöffnung für die gefrorenen körnigen Bestand-teile am unteren Teil der Kühlkolonne sowie Abzweiglei-tungen für ein gasförmiges Kühlmittel. Das gekühlte, kör-nige Produkt wird über ein Förderband mit einer fortlaufen-den Anlage zum Gefrier-trocknen verbunden. Die Produktlö-sung wird dabei in einen fließenden Strom von flüssigem, leicht flüchtigen Kühlmittel geleitet. Die Größe und der Feststoffgehalt der gefrorenen Körnchen wird mit Hilfe von Änderungen der Konzentration, der Viskosität und des Ein-spritzdruckes der Produktlösungen sowie durch Änderung des Düsendurchmessers variiert. Als Kühlmittel wird flüssi-ger Stickstoff verwendet. Durch diese Anlage soll es mög-lich sein, im Dauerverfahren gleichförmig gefrorene Körn-chen für die Lyophilisierung bereitzustellen, das einen schnellen Produktwechsel ermöglicht, ohne daß eine große Anlage erforderlich sei. Mit einer solchen Anlage sei das schlagartige Gefrieren der Produktlösung mit Bildung von kleinen sphärischen Partikeln möglich. Diese Kugeln sollen sich von dem gasförmigen Kühlmittel leicht trennen lassen und können gefriergetrocknet und verarbeitet werden. Die auf diese Weise erhaltenen gefriergetrockneten Körnchen sollen sehr gleichmäßig und sehr löslich sein und aufgrund ihrer sphärischen Form die spätere Verarbeitung unter den besten Voraussetzungen bieten.

Die DE-PS 289 262 beschreibt ein Verfahren zum Her-

stellen von Margarine, insbesondere Pflanzenmargarine, wobei die Margarineemulsion mittels Streudüsen in Nebel-form innerhalb eines Raumes zerstäubt wird, in dem sich kalte Luft oder sonstige indifferente kalte Gase befinden, worauf in üblicher Weise die gekühlte Masse weiterbearbei-tet wird. Dabei soll die Margarineemulsion in durch Düsen nebelförmig zerstäubtem Zustand durch kalte Luft oder kalte Gase, welche zweckmäßig im gleichmäßigen Kreis-lauf auf die zerstäubte Emulsion einwirken, nur vorgekühlt werden und die so vorgekühlte, feinpulverige, lockere Masse durch andere Kühlmittel, insbesondere durch Stehen-lassen in Kühlräumen, fertig gekühlt werden.

Mischungen, die sich nicht entmischen dürfen, werden nicht beschrieben.

Die EP-OS 0 478 118 beschreibt eine Vorrichtung zum Herstellen von gefriergetrockneten Partikeln. Hierbei han-delt es sich um einen reinen Gefrier- bzw. Gefrier-trocken-vorgang. Die Herstellung von Mischungen und deren Pro-blematik ist nicht erörtert. Vielmehr wird reines Pulver oder ein Granulat erzeugt.

Aus der DE-AS 26 02 454 ist eine Vorrichtung zum Be-handeln pulveriger oder körniger Stoffe mit einer Flüssig-keit vorbekannt, bestehend aus einem Behälter mit einem Stoffeinlaß in seinem oberen Teil mit einem Raum für das freie Abwärtssinken des behandelten Stoffes unterhalb des Stoffeinlasses, mit in diesem Raum gerichteten Sprühdüsen für die Flüssigkeit und mit Einrichtungen zum Erzeugen ei-nes aufsteigenden Gasstromes, die einen im unteren Teil des Behälters gelegenen Gaseinlaß und einen höher gelegenen Gasauslaß umfassen. Der Raum für das Abwärtssinken des Stoffes ist von einer Wand eingeschlossen, an deren unteren Ende ein Gasauslaß-Ringspalt als Zugang zu einem Rin-graum für den Abzug der in den Behälter eingeführten Gas-ströme vorgesehen ist. Hierdurch soll ein gleichmäßiges Be-netzen des Stoffes mit Flüssigkeit gewährleistet sein, um zu besseren Eigenschaften des behandelten Stoffes zu kom-men. Dabei können feinste Teile durch Aneinanderkleben zu einem porösen Agglomerat sich aufbauen. Hierdurch soll der so behandelte Stoff weniger leicht zusammenbacken, gut rieselfähig bleiben und sich leicht in Flüssigkeit auflösen bzw. dispergieren lassen. Vorgeschlagen wird, auf diese Weise leicht lösliche Stoffe, zum Beispiel Zucker-Kakao-Getränke, Milchpulver, Kleinkindernahrung, Waschmittel, Farben, Stärke und Vitaminpräparate herzustellen. Die Her-stellung von Mischungen, insbesondere von Speiseeis- bzw. gefrorenen Dessertmischungen ist ebenso wie die Erzeu-gung von Schaumstrukturen nicht vorgesehen.

Die DE-AS 17 67 046 beschreibt eine Vorrichtung zum Besprühen von pulverförmigen Stoffen oder Granulaten mit Flüssigkeiten, bestehend aus einem Turm mit einer im Turmumfang vorgesehenen Reihe von Öffnungen und da-von im Abstand angeordnete Sprühdüsen, mit einer pneu-matischen Feststoffzuführung im Oberteil des Turmes, mit einer Auslaßöffnung für die fertig besprühten Stoffe im un-teren konusförmigen ausgebildeten Turmauslauf, mit einer im Turmoberteil angeschlossenen Sammelleitung und einer Umlaufleitung sowie einer Kühl- und einer Filtereinrichtung für den Gasstrom. Die Umlaufleitung ist nach dem Filter in mehrere Zweigleitungen derart aufgeteilt, daß die Zweiglei-tung andererseits mit dem Turmauslauf, andererseits mit der pneumatischen Feststoffzufuhr und außerdem in eine der Sprühdüsenzahl entsprechenden Anzahl von Teilleitungen aufgeteilt ist, die mit den im Turmmantel vorgesehenen Öff-nungen für die Sprühdüsen korrespondieren. Außerdem sind die Zweigleitungen über die Nachbehandlungseinrichtung mit dem Turmauslauf verbunden. Hier soll vorhandenes Pulver besprüht werden, zum Beispiel um Milchaustausch-futter für die Kälbermast herzustellen.

Aus der DE 43 44 393 ist ein Verfahren vorbekannt, durch das an sich beliebig viele Komponenten in dem gewünschten Mischungsverhältnis, zum Beispiel die Komponenten von Speiseeis, exakt homogen und entmischungstabil miteinander vermischen lassen, ohne daß die bisher erforderliche Investition zum Homogenisieren und Freezen, wie sie gerade bei der Herstellung von Speiseeis gebräuchlich sind, erforderlich sind. Grundsätzlich soll dieses Verfahren aber auf alle eßbaren durch Wärmeentzug zu verfestigenden Massen anwendbar sein, bei denen es auf ein homogenes Vermischen der einzelnen Komponenten und die Vermeidung eines Entmischens ankommt. Des weiteren ist aus dieser Vorveröffentlichung eine Einrichtung vorbekannt, mit der sich das Verfahren unter industriellen Bedingungen problemlos durchführen läßt. Zu diesem Zweck wird in der vorerwähnten Druckschrift ein Verfahren zum Herstellen tiefgefrorener eßbarer Massen, insbesondere von Lebensmitteln, mit erhöhtem Gasgehalt, vorgeschlagen, bei dem mehrere fluide Komponenten zu einer Matrix oder zu mehreren Matrices vor oder während dem Feinversprühen in einen gekühlten Raum vermischt und dann versprüht werden, wobei im Falle der Herstellung von mehreren Matrices diese gleichzeitig oder in zeitlichem Abstand zueinander in den gekühlten Raum eingesprüht werden und das aus verschiedenen Matrices hergestellte gefrorene Pulver durch Verdichten portioniert wird. Die aus verschiedenen Komponenten gewonnenen dispersen, tiefgefrorenen Pulver werden homogen gemischt und anschließend weiterverarbeitet. Der versprühten Matrix wird zusätzlich zu einer Rotationsströmung eine rechtwinklig dazu gerichtete Strömung in den gekühlten Raum aufgeprägt. Die Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens umfaßt einen Gefriersprühturm, der den gekühlten Raum bildet, wobei mehrere Sprühdüsen zum Einbringen mehrerer fluider Komponenten vorgesehen sind, die wenigstens eine Matrix bilden, durch die die fluiden Komponenten in den Gefriersprühturm als tropfenförmig fein verteilter Nebel eingesprüht werden. Eine Kühlvorrichtung ist dem Sprühturm zugeordnet. Des weiteren befindet sich am Boden des Gefriersprühturmes eine Auffangvorrichtung zum Auffangen der während des Falles durch den Gefriersprühturm gefrorenen Tropfen zu Pulver oder Schnee. Eine Fördervorrichtung dient zum gekühlten Wegfördern des gefrorenen Pulvers oder Schnee und zur Weiterverarbeitung desselben. Ferner ist eine Kompaktierungsvorrichtung vorgesehen, durch die das gefrorene Pulver definiert verdichtbar ist.

Durch dieses vorbekannte Verfahren werden eine oder mehrere fluide Matrices, die ihrerseits aus einer oder mehreren Komponenten bestehen, frei in einen gekühlten Raum versprüht und die zu einem feindispersen Pulver gefrorenen Tropfen aufgefangen und anschließend weiterverarbeitet. Auf diese Weise wird die Möglichkeit eröffnet, sonst als fluide Komponenten nur unter erhöhtem apparativen Aufwand miteinander fein dispers stabil vermischbare Komponenten, zum Beispiel die Komponenten von Speiseeis, als flüssige Matrix bzw. Matrices in einen Raum einzusprühen und das anschließend gewonnene tiefgefrorene Pulver nach geeigneter, den dispersen Gasanteil festlegender Kompaktierung und/oder Portionierung gekühlt zwischen- bzw. endzulagern. Zu einem Entmischen der Komponenten kann es dann nicht mehr kommen. Alle Investitionen, die sonst zum Homogenisieren, Reifen (Eismix), Freezen und Härten (zum Beispiel bei der Herstellung von Speiseeis) erforderlich sind, können bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens entfallen.

Sofern dieses vorbekannte Verfahren auf andere eßbare Massen, zum Beispiel Tortenmassen, Sahne, Teige, Fruchtmassen oder dergleichen Anwendung findet, können diese

dispersen tiefgefrorenen Pulver entweder als Pulver zwischengelagert, oder aber anschließend ebenfalls kompaktiert und portioniert und anschließend gefroren zwischengelagert werden. Dabei wird ebenfalls die Möglichkeit eröffnet, zum Beispiel der Matrix von Tortenmassen beliebige fluide oder pulverförmige Zusatzkomponenten durch feines Einsprühen/Einblasen in einen gekühlten Raum zuzuführen, die dann in der gewonnenen, gefrorenen dispersen Pulvermischung enthalten sind, so daß sich eine besonders homogene Vermischung erzielen läßt, ohne daß die Gefahr des Entmischens gegeben ist. Der Sprühagglomerationseffekt, das heißt eine "Haftverbindung" zwischen den gefrorenen Pulverteilchen läßt die Entmischung des Pulvers vermeiden.

Nach diesem Verfahren ist im Bedarfsfalle eine kontinuierliche Arbeitsweise zu erzielen, mit hohen Durchsatzmengen, wie sie für die industrielle Anwendung, zum Beispiel bei der Herstellung von Speiseeis, in größeren Mengen erforderlich ist. Mehrere fluide Komponenten können zu einer Matrix vor oder während des Versprühens homogen vermischt und dann das feindisperse Pulver anschließend weiterverarbeitet werden.

Dem Gefriersprühturm wird die zu versprühende fluide Matrix über eine oder mehrere Pumpen zugeführt und über im Kopfraum des Gefriersprühturmes angeordnete, zum Beispiel als Ein- oder Mehrstoff-, insbesondere Zweistoff-Sprühdüsen, homogen versprüht. Über den Umfang des Sprühturmes können in mehreren übereinanderliegenden horizontalen Ebenen mehrere Kältemittel-, Umluft- und/oder Produktdüsen in einem Winkel von  $\leq 60$  Grad zur Tangentialebene, im Extremfall tangential (nur bei Kältemittel und Druckluft), angeordnet sein, so daß beim Eindüsen von Kältemittel bzw. Druckluft eine Rotationsströmung oder bei parallel zur Turmlängsachse ausgerichteten Düsen eine auf- oder abwärtsorientierte wandnahe Axialströmung hoher Wandgeschwindigkeit erzeugt wird. Diese bewirkt ein Freihalten der Sprühturminnenwand von "Anhaftungen" durch nicht bzw. nur tiefgefrorene Sprühtropfen. Im Gefriersprühturm werden zur definierten Erzeugung der Strömung bei konstanter Gastemperatur N<sub>2</sub> (Gas oder gesprühtes Fluid) sowie Druckluft eingedüst. Zur optimalen Nutzung der eingesetzten "Kälteenergie" kann der Sprühturm ferner mit einer Umluftvorrichtung ausgestattet sein. Nach dem "Kaltfahren" des Gefriersprühturmes wird die turminterne Strömung im Umluftbetrieb aufrechterhalten. Die Absaugung der Umluft kann in der unteren Turmhälfte über einen Doppelmantelspalt erfolgen.

Das Versprühen vorgeschäumter Fluidsysteme erfolgt nach der DE 43 44 393 nicht.

#### Aufgabe

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen von lagerfähigen, tiefgefrorenen oder getrockneten, eßbaren Schaumpulversprühteilchen, insbesondere von Lebensmitteln wie Milchprodukten (Eiskrem, Schlagsahne, Milch- bzw. Milchproteinkonzentrate), von Früchteschäumen, Proteinschäumen oder dergleichen, mit erhöhtem Gasgehalt von bis zu 90 Vol.%, vorzugsweise 30 bis 70 Vol.%, bereitzustellen.

Des weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens zu schaffen.

#### Lösung der Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens

Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 oder 2 wiedergegebenen Merkmale gelöst.

Erfinderische Ausgestaltungen sind in den Patentansprü-

chen 3 bis 17 beschrieben.

### Einige Vorteile

Durch das erfindungsgemäße Schaumsprühverfahren werden kleine Teilchen, welche im Innern eine Schaumstruktur besitzen, hergestellt. Die Teilchengrößen liegen in der Regel zwischen 5 Mikrometern und ca. 2 Millimetern. Prinzipiell können auch größere Teilchen erzeugt werden; dann ist die präferierte Kugelform jedoch nur noch näherungsweise gewährleistet (ellipsoide bzw. unregelmäßig geformte ellipsoid-ähnliche Körper). Die inneren, die Schaumstruktur der Teilchen bildenden Gasblasen, besitzen charakteristische Abmessungen im Bereich von ca. 1 bis 50 Mikrometern. Der Gasanteil in den erzeugten Schaumkugelteilchen kann bis zum 90 Volumenprozent, bevorzugt jedoch etwa 30 bis 70 Volumenprozent, betragen.

Die zu versprühenden Schaumteilchen werden in der Sprühapparatur entweder durch Temperaturabsenkung oder Trocknung - Wasser- oder Lösungsmittelentzug - verfestigt. Die geringen Abmessungen der Schaumpulversprühteilchen erlauben eine derartige Verfestigung oder zumindest einer mechanisch stabilen Außenhüllschicht innerhalb kurzer Zeit von weniger als einer Sekunde bei Temperaturen im Sprühraum von  $\leq$  ca. 30°C bis 70°C unterhalb der Schmelztemperatur bei der Kaltverfestigung oder bei Temperaturen von  $\geq$  ca.

20°C bis 120°C oberhalb der Siedetemperatur der zu versprühenden Fluidgrundmatrix der geschäumten Systeme. Die Fluidgrundmatrix kann aus wässrigen Lösungen, aus Fettschmelzen oder aus einer Mischung dieser beiden Komponenten, zum Beispiel aus Emulsionen, bestehen.

Erfindungsgemäß wird im Herstellungsverfahren der Schaumteilchen eine Abstimmung der Stabilitätseigenschaften der inneren Schaumstruktur im Teilchen mit den Betriebsparametern und Auslegungsparametern des Sprühvorganges dadurch erreicht, daß

- a) die Herstellung des Schaumes in einer kontinuierlichen Schaumaufschlag-Apparatur mit nachgeschaltetem Gegendruckregler derart erzeugt wird, daß eine feindisperse, gleichmäßige Schaumstruktur unter minimalem statischen Druck von  $\leq$  1 bis 3 bar erzeugt wird und damit eine feinstmögliche Dispergierung der Gasphase mit enger Blasengrößenverteilung erreicht wird;
- b) die Schaummatrix mit sehr kleinen Druckgradienten über der Düsenlänge von zum Beispiel  $\leq$  0,1 bis 1 bar durch einen glatten inneren Düsenkanal einer Zweistoffdüse transportiert wird;
- c) eine drallfreie laminare Strömung der geschäumten Matrix in der Sprühdüse des inneren Düsenkanals erzeugt wird;
- d) eine Zweistoffdüse eingesetzt wird, welche das Sprühgas nicht mit der Schaummatrix vorvermischt, sondern erst am Düsenaustritt auf den austretenden Schaumstrang treffen läßt und diesen zerteilt bzw. zerwellt;
- e) die Sprühgasströmung am Austritt eines äußeren Ringkanals der Zweistoffsprühdüse durch geeignete Wahl des Sprühgasvordruckes von etwa 1 bis 10 bar derart eingestellt wird, daß keine Überbeanspruchung mit einhergehender Zerstörung der Schaumstruktur am Düsenaustritt entsteht, sondern ein schonendes Zerwellen des Schaumstranges erfolgt.

Wie für das Sprühen von Flüssigkeiten im allgemeinen wird auch für das Versprühen von vorgeschäumten Fluidsystemen ein Druck vor der Sprühdüse aufgebaut, damit die

Ausbildung einer Sprühlamelle und deren Zerteilung in einzelne feine Tröpfchen erfolgt. Da der Gasanteil stark kompressibel ist werden sich beim Entspannungsvorgang in der Sprühdüse die Gasblasen der Schaummatrix umgekehrt proportional zum Druck, also stark ausdehnen.

Aufgrund der kurzen Entspannungszeiten in der Sprühdüse ist die Belastung der Lamellen zwischen den Schaumblasen, welchen in etwa äquibiaxiale Dehnung erfahren, extrem hoch. Werden kritische Druckgradienten überschritten, dann zerreißen die Schaumlamellen im Sprühstrahl vollständig. Die resultierenden Sprühteilchen besitzen dann deutlich reduzierte oder keine für die Schaumstrukturgebung maßgeblichen Gasanteile mehr.

Werden die Beschleunigung der vorgeschäumten Matrix in der Sprühdüse und die Sprühdrukdifferenz über die Düse einhergehend mit einer drallfreien laminaren Strömung der geschäumten Matrix in der Sprühdüse optimiert und die Rheologie der zu sprühenden Schaummatrix sowie der Grenzflächenspannung zwischen Gas und Fluid in geeigneter Weise aufeinander abgestimmt (eine Erhöhung von Viskosität und Grenzflächenspannung zieht eine notwendige Druckerhöhung nach sich) dann kann ein nahezu vollständiger Erhalt des Gasanteils im Vergleich zum vorgeschäumten Fluidsystem sowie eine feindisperse Schaumstruktur im Sprühteilchen erreicht werden.

Um eine gleichmäßige Zerteilung bzw. Aufteilung des Schaumstranges in Schaumteilchen am Düsenaustritt zu erreichen, wird der Sprühgasströmung durch den tangentialen Eintritt des Sprühgasstromes in die äußere Düsenringkammer ein Drall aufgeprägt und der Sprühgasstrahl durch Reduktion des Austrittsquerschnittes verschärft und beschleunigt. In Abhängigkeit von den rheologischen Eigenschaften sowie der Oberflächenspannung der geschäumten Matrix am Austritt des inneren Düsenkanals, erfolgt bei Sprühdrukdifferenzen (über der Düse) von ca. 1 bis 10 bar die gewünschte Zerteilung/Zerwellung/Aufteilung des Schaumstranges am Düsenaustritt. Eine zu starke Beanspruchung bei diesem Zerteilungsvorgang bzw. Aufteilungsvorgang würde die gesprühten Schaumteilchen derart klein entstehen lassen, daß zwangsläufig Schaumgasblasen vermehrt aufgebrochen bzw. separiert würden und damit ein markanter Verlust an Gasanteil im Schaum resultierte.

Bei steigendem Sprühgasdruck wird der aus dem inneren Düsenkanal austretende Schaumstrang zunehmend turbulent zerteilt bzw. zerwellt. Erst bei einem bestimmten Druck des Sprühgasstrahles von zum Beispiel 3 bar in einem angeführten Beispiel ergibt sich eine gleichmäßige Schaumteilchengrößenverteilung zwischen ca. 50 und 800 Mikrometern.

Um bereits vor der Zerteilung des Schaumstranges in diesem keine Entmischungsvorgänge (Gasseparation) entstehen zu lassen, ist der Transport der Schaummatrix durch die Rohrleitung vor der Sprühdüse sowie durch die Sprühdüse selbst mit möglichst minimiertem Druckgradienten und möglichst ohne Drall und lokale Turbulenzen, das heißt in laminarer Strömung zu realisieren. Erfindungsgemäß wird die minimierte mechanische Belastung der Schaummatrix dadurch erreicht, daß

- a) die Fluidförderpumpe in geringem Abstand vor dem Gasdispergierkopf installiert wird;
- b) die Rohrleitung zwischen der Aufschlagvorrichtung und der Sprühdüse möglichst kurz, zum Beispiel  $\leq$  1 bis 2 Meter, gehalten wird und
- c) innerhalb der Düse nicht wie üblich ein Drallkörper eingesetzt oder eine ausgeprägte geometrische Verengung des Düsenkanals vorgenommen wird, sondern ein nur schonend verengender oder zylindrischer Durch-

trittskanal bevorzugt mit bearbeiteten extrem glatten Wänden eingesetzt wird. Die Wände können gegebenenfalls beschichtet sein.

Die zerteilten Schaumtropfen werden in einen Raum eingesprüht, in welchen zum Beispiel mittels Eindüsen von verdampfenden Kältemitteln wie flüssiger Stickstoff oder Kohlendioxid die Kammertemperatur auf ca. 30°C bis 50°C unterhalb Schmelztemperatur der Fluidphase der gesprühten Schaummatrix gebracht wird. Alternativ kann durch Einblasen trockener über ein Heizregister aufgeheizter Heißluft eine geeignete Trocknungsatmosphäre erreicht werden. Zum Beispiel kann Wasser bei Trocknungsgastemperaturen von 140°C bis 220°C entzogen werden. Die Schaumtropfen erstarren bzw. verfestigen zu Schaumpulversprühteilchen während ihrer Sedimentation und sammeln sich als erstarrte Schaumpulversprühteilchen im konischen unteren Teil der Sprühkammer an, von wo sie mittels eines Austragsorgans ausgebracht werden. Ein solches Austragsorgan kann eine Zellenradschleuse und/oder ein Förderband, ein Schneckenförderer oder dergleichen sein. Grundsätzlich kann auch gefrorenen Teilchen in einem anschließenden Gefriertrocknungsschritt das Wasser weitestgehend entzogen werden.

Der Wasserentzug bei Trocknung der geschäumten Sprühtropfen führt zu einer weitergehenden Vergrößerung des inneren Gasphasenanteiles. Insbesondere werden innere Gasblasen durch bei der Trocknung entstehende Kapillarkanäle mit der Teilchenoberfläche verbunden. Dies wirkt sich insbesondere bei derartig zu erzeugenden Instantprodukten im Falle deren Rekonstitution (Benetzung/Auflösung in Flüssigkeit) positiv aus, da eine beschleunigte und erhöhte Fluidaufnahme gewährleistet wird.

In der Sprühkammer wird bevorzugt eine kontinuierliche Umluftströmung erzeugt, was insbesondere beim Einsatz von Kältemittel gilt. Bei Heißlufteinsatz kann auch in der gleichen Weise verfahren werden wie bei konventionellen Trocknungssprühtürmen, wo die abgereinigte partikelfreie Warmluft abgeleitet wird. Hierzu erfolgt die Absaugung des Gases über einen unteren Ringkanal bei Gleichstrombetrieb des Sprühturmes oder über einen oberen Ringkanal bei Gegenstromverfahren. Beim Absaugen von Luft-Kältemittelgasgemisch kann ebenso verfahren werden. Über die Umluftleitung wird mittels eines Ventilators der Gasstrom zum oberen (Gleichstrom) oder unteren (Gegenstrom) Ringkanal und von dort wieder in die Sprühkammer transportiert. Die tangentielle Absaugung und Wiedereindüsung des Gasstromes über die beschriebenen Ringkanäle erfolgt bevorzugt tangential. Damit entsteht in der Sprühkammer eine Rotationsströmung, welche die Schaumpulversprühteilchen auf ihrem Fallweg erhöhte Relativgeschwindigkeiten zum Gasstrom erreichen läßt. Dies verbessert den Wärme- und Stoffübergang von den Schaumpulversprühteilchen auf den Gasstrom.

Auch bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können mehrere fluide Matrices, die gegebenenfalls aus einer oder mehreren Komponenten bestehen, fein in den gekühlten Raum versprüht und zu Schaumpulversprühteilchen gefroren oder durch Trocknung und damit Entzug bzw. Teilentzug der Fluidphase stabilisiert werden, so daß sie entweder als tiefgefrorene Schaumpulversprühteilchen oder aber als getrocknete, stabilisierte Schaumpulversprühteilchen gelagert werden können, bevor sie weiter verarbeitet werden. Auf diese Weise wird die Möglichkeit eröffnet, sonst als fluide Komponenten nur unter erhöhtem apparativen Aufwand miteinander feindispers stabil vermischbare Komponenten, zum Beispiel Komponenten von Speiseeis, als flüssige Matrix bzw. Matrices in einen Raum einzusprühen und die anschließend gewonnenen, entweder tiefgekühlten

Schaumpulversprühteilchenmischungen oder die getrockneten, stabilisierten Schaumpulversprühteilchenmischungen mit erhöhtem Gasgehalt zwischen- oder endzulagern. Zu einem Entmischen der Komponenten kann es hierbei ebenfalls nicht kommen. Auf diese Weise lassen sich auch andere eßbare Massen, zum Beispiel Sahne, Fruchtmassen oder dergleichen, herstellen, die als Schaumpulversprühteilchen bzw. derartige Mischungen mit erhöhtem Gasgehalt zwischengelagert oder portioniert und anschließend weiterverarbeitet werden.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist im Bedarfsfalle eine kontinuierliche Arbeitsweise zu erzielen, mit hohen Durchsatzmengen, wie sie für die industrielle Anwendung, zum Beispiel bei der Herstellung von Speiseeis bzw. gefrorenen Dessertprodukten, in größeren Mengen, erforderlich ist.

#### Lösung der Aufgabe hinsichtlich der Einrichtung

Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 18, 19 oder 20 wiedergegebenen Merkmale gelöst.

#### Einige Vorteile

Im Sprühturm wird die zu versprühende geschäumte Fluidgrundmatrix über eine oder mehrere Pumpen zugeführt und über im Kopfraum des Sprühturmes angeordnete, als Ein- oder bevorzugt Zweistoffdüsen ausgebildete Sprühdüsen homogen schonend versprüht, um die Schaumstruktur der Fluidgrundmatrix so weit wie möglich zu erhalten. Über den Umfang des Sprühturmes können in mehreren übereinanderliegenden horizontalen Ebenen mehrere Kältemittel-, Umluft- und/oder Heizluftdüsen sowie gegebenenfalls auch Produktdüsen in einem Winkel von zum Beispiel  $\leq 60^\circ$  Grad zur Tangentialebene, im Extremfall tangential angeordnet sein, so daß beim Eindüsen von Kältemittel bzw. Druckluft oder von Heißluft eine Rotationsströmung oder bei parallel zur Turmlängsachse ausgerichteten Düsen eine auf- oder abwärtsorientierte wandnahe Axialströmung hoher Wandgeschwindigkeit erzeugt wird. Diese bewirkt ein Freihalten der Sprühturminnenwand von Anhaftungen durch Schaumpulversprühteilchen.

Die Höhe des Sprühturms ist dabei eine Funktion des Materialverhaltens (Viskosität, Schaumpulversprühteilchengröße und -verteilung, Wärmeleit- und -übergangskoeffizienten) sowie abhängig von der Düsenauslegung und deren Betriebsweise.

Die nach einer spezifischen "Fallzeit" im Sprühturm stabilisierten Schaumpulversprühteilchen sammeln sich im Bodenraum des Sprühturmes. Von dort aus können die Schaumpulversprühteilchen mit erhöhtem Gasgehalt mittels einer Zellenradschleuse oder einer alternativen Austragsvorrichtung, zum Beispiel Schnecke, Vibrationsboden oder dergleichen, entweder Verpackungsbehältern oder einem Förderer zugeführt werden.

Im Falle eines Gefriersprühturmes werden zur definierten Erzeugung der Strömung bei konstanter Gastemperatur N<sub>2</sub> (Gas oder gesprühtes Fluid) sowie Druckluft eingedüst. Auch in diesem Falle kann zur optimalen Nutzung der eingesetzten "Kälteenergie" der Sprühturm ferner mit einer Umluftvorrichtung ausgestattet sein.

Wird der Sprühturm zum Entzug bzw. Teilentzug der Fluidphase (Trocknung) herangezogen, ist dem Sprühturm mindestens ein Heizregister zugefügt, von dem aus Heißluft dem Innenraum zugeführt wird.

In allen Fällen bleibt das Schaumgefüge in den Schaumpulversprühteilchen durch Erstarrung bzw. Entzug oder Teilentzug der Fluidphase stabilisiert.

Weitere erfinderische Ausgestaltungen sind in den Patentansprüchen 21 bis 31 beschrieben.

In der Zeichnung ist die Erfindung – teils schematisch – beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Einrichtung zum Erzeugen geschäumter, lagerfähiger, eßbarer Schaumpulversprühteilchen;

**Fig. 2** eine Doppelmanteldüse, teils im Längsschnitt, teils in der Seitenansicht.

Mit dem Bezugszeichen 1 ist eine Pumpvorrichtung bezeichnet, die aus einer oder mehreren motorisch angetriebenen Förderpumpen bestehen kann, die in geeigneter Weise über eine Ansaugleitung 2 aus einem Tank 3 die Fluidgrundmatrix ansaugt. Statt eines Tankes 3 können auch mehrere hintereinander und/oder parallel geschalteter Tanks vorgesehen sein, in denen die verschiedenen Komponenten der Fluidmatrix angeordnet sind.

Es ist auch möglich, daß die Pumpvorrichtung 1 über getrennte Saugleitungen (nicht dargestellt) aus verschiedenen Tanks verschiedene Komponenten der Fluidgrundmatrix ansaugt, die dann über eine oder über mehrere (nicht dargestellte) Förderleitungen 4 über ein Ventil 5, das als Mehrwegeventil ausgebildet sein kann und über die Leitung 6 die Fluidgrundmatrix in einen oder mehrere parallel und/oder in Reihe geschaltete Schaumaufschlagapparate 7 hineinfördern. Dieser Schaumaufschlagapparat 7 ist mittels eines motorischen Antriebes 8 angetrieben, der vorzugsweise als regelbarer Elektromotor ausgebildet ist. Im vorliegenden Falle besteht der Schaumaufschlagapparat 7 aus Stator und Rotor, die koaxial zueinander angeordnet sind und die ineinandergreifende Stiftsysteme aufweisen, die ineinander kämmen und Strömungskanäle miteinander bilden, durch die der aufzuschlagende Mix in axialer Richtung hindurchströmt. Gas- bzw. Luftzuführleitungen und Leitungen, durch die gegebenenfalls Kühlmittel einem Doppelmantel des Statorgehäuses zuführbar ist, sind nicht dargestellt.

Mit 10 ist ein Sprühkopf bezeichnet, der eine Sprühdüse 12 aufweist, die in einem aufrechtstehenden Sprühraum 13 angeordnet ist.

Jedem der Schaumaufschlagapparate 7 ist ein in einer Druckleitung 9 angeordneter Gegendruckregler 37 zugeordnet. Der Weg von dem jeweiligen Schaumaufschlagapparat 7 bis zu dem Sprühkopf 10 ist kurz bemessen und beträgt nur etwa 0,50 bis 3 m, um den Schaum möglichst schonend zu transportieren. Die Sprühdüse 12 ist im unmittelbaren Bereich der oberen Innenseite des Sprühturmes 11 in dem Sprühraum 13 angeordnet. Im Gegensatz zu der dargestellten Ausführungsform können auch mehrere parallel und/oder hintereinander geschaltete Sprühköpfe 10 vorgesehen sein. Des weiteren ist es möglich, jedem Sprühkopf 10 statt einer auch mehrere Sprühdüsen 12 oder Sprühdüsengruppen zuzuordnen, denen der zu versprühende Schaum über kurze Rohrleitungen zugeführt wird.

Der Sprühturm 11 weist bei der dargestellten Ausführungsform einen Isolationsmantel 14 auf, der aus üblichem Isolationsmaterial bestehen kann. Der Isolationsmantel 14 wärmeisoliert den Sprühturm 11 allseitig.

Wie man aus **Fig. 1** entnimmt, ist der Sprühturm 11 über mehr als zwei Drittel seiner Länge zylindrisch ausgebildet, an den sich ein konischer Längenabschnitt 15 nach unten anschließt, der durch einen geeigneten Verschluß 16, zum Beispiel eine Zellenradschleuse, einen Schieber oder dergleichen nach unten abgeschlossen ist. An den Verschluß 16 kann sich ein nicht dargestelltes Förderband oder ein Mundstück zum Befüllen von Behältern oder dergleichen anschließen.

Mit 17 ist ein Vorratstank für Kältemittel, vorliegend vorzugsweise für N<sub>2</sub> (flüssig) bezeichnet, der über eine Leitung

18 mit einem Sprühkopf 19 verbunden ist der gegen die Sprühhichtung der Sprühdüse 12 gerichtet ist und durch den das flüssige Kältemittel in den Sprühraum 13 aufgrund des im Vorratstank eingestellten Druckes einsprühbar ist.

Mit dem Bezugszeichen 20 ist eine geeignete Umluftvorrichtung bezeichnet, die in einer Leitung 21 eingeschaltet ist und die durch einen Ringraum 22 aus dem Sprühraum 13 des Sprühturmes 11 Kältemittel und Luft ansaugt und diese über die Leitung 21 in einen Ringraum 23 hineinfördert, der sich im oberen Drittel des Sprühturmes 11 befindet. Sowohl der Ringraum 22 als auch der Ringraum 23 sind jeweils über mindestens eine Schlitzöffnung 24 bzw. 25 an den Sprühraum 13 des Sprühturmes 11 angeschlossen. Mit 39 ist eine Abluftleitung bezeichnet.

Im Falle, daß der Sprühturm 11 den eingesprühten Schaum durch Trocknen, also Feuchtigkeitsentzug, stabilisiert, wird statt Kältemittel über ein Heizregister 26 Luft erwärmt, die über eine Heizleitung 27 in den Sprühraum 13 eingebracht, vorzugsweise eingeleitet, wird. In diesem Falle braucht die Einrichtung weder einen Vorratstank 17 für Kältemittel, noch eine Fördervorrichtung für Kältemittel, noch einen Sprühkopf 19 aufzuweisen.

Aus **Fig. 2** ist eine als Doppelmanteldüse ausgebildete Sprühdüse 12 ersichtlich, die einen Ringmantel 28 und ein konzentrisch dazu angeordnetes Förderrohr 29 aufweist, dem der zu versprühende Schaum über einen konischen Anschlußstutzen 30 derart zugeführt wird, daß sich eine laminare, drallfreie Schaumströmung ergibt.

An das Oberteil des Ringmantels 28 ist ein vorzugsweise tangential in den Ringraum 32 einmündendes Rohr 31 angeschlossen, durch das Sprühgas z. B. Luft, unter Druck zuführbar ist. Dadurch ergibt sich eine turbulente Gasströmung mit Drall, was durch die Pfeile in **Fig. 2** angedeutet wird.

Der Ringmantel 28 ist auf seiner axialen Länge zylindrisch ausgebildet. An den zylindrischen Längenabschnitt schließt sich nach unten ein konisch sich verjüngender Längenabschnitt 38 an, dessen Mündungsöffnung 33 in der Ebene der Mündungsöffnung des Förderrohres 29 endet. Dadurch ergibt sich im Bereich der Mündungsöffnung 33 ein ringförmig verengter Düsenquerschnitt, der zu einem scharfen, ringförmigen Gas-, insbesondere Luftstrahl 34, beiträgt. Dieser Gasstrahl 34 trifft auf den Schaumstrang 35 und zerwellt bzw. zerteilt diesen in bezüglich der Größenklasse vorbestimmbare Schaumpulversprühteilchen 36, die in **Fig. 2** übertrieben groß dargestellt sind.

Diese zerwellten bzw. zerteilten Schaumsprühteilchen 36 sammeln sich in dem unteren, konischen Längenabschnitt 15 des Sprühturmes 11 und können von dort wegtransportiert werden. Sowohl bei dem Abkühlen als auch bei der Trocknung werden die Schaumpulversprühteilchen 36 stabilisiert, so daß diese Schaumpulversprühteilchen 36 in dieser stabilisierten Form mit hohem Gasanteil lagerfähig sind.

Die in der Zusammenfassung, in den Patentansprüchen und in der Beschreibung beschriebenen sowie aus der Zeichnung ersichtlichen Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

#### Literaturverzeichnis

- DE 289 262
- DE 17 67 046
- DE 26 02 454
- DE 35 44 803 A1
- DE 36 33 746 A1
- DE 37 07 779 A1
- DE 37 26 836 A1



- DE 38 37 604 A1  
 DE 39 05 946 A1  
 DE 39 18 268 C1  
 DE 41 07 740 A1  
 DE 42 02 231 C1  
 DE 43 17 164.8-41  
 DE 43 44 393 C1  
 WO 88 07331  
 WO 92/02146  
 WO 96/29896  
 BE 559 605  
 FR 2 342 472  
 FR 2 375 901  
 FR 1 507 738  
 EP 0 225 081  
 EP 0 478 118  
 US-PS 2,132,364  
 US-PS 2,713,253  
 US-PS 3,304,737  
 US-PS 5,126,156  
 JP 3-27276 in: Patents Abstr. of Japan, Sekt. C, Bd 15, 1991, Nr. 150 (C-824)  
 JP 59-59165 A in: Patents Abstr. of Japan, Sekt. C, Bd. 8, 1984, Nr. 156, (C-234)  
 JP 62-55067 A in: Patents Abstr. of Japan, Sekt. C, Bd. 11, 1987, Nr. 251 (C-440)

## Bezugszeichenliste

- 1 Pumpvorrichtung, Pumpe  
 2 Ansaugleitung  
 3 Tank  
 4 Förderleitung  
 5 Ventil  
 6 Leitung  
 7 Schaumaufschlagapparat, Aufschlagvorrichtung  
 8 Antrieb, motorischer  
 9 Druckleitung  
 10 Sprühkopf  
 11 Sprühturm, Gefriersprühturm  
 12 Sprühdüse  
 13 Sprühraum  
 14 Isolationsmantel  
 15 Längenabschnitt  
 16 Verschuß  
 17 Vorratstank  
 18 Leitung  
 19 Sprühkopf  
 20 Umluftvorrichtung  
 21 Leitung  
 22 Ringraum  
 23 Ringraum  
 24 Schlitzöffnung  
 25 Schlitzöffnung  
 26 Heizregister, Heizvorrichtung  
 27 Heizleitung  
 28 Ringmantel  
 29 Förderrohr  
 30 Anschlußstutzen, konischer  
 31 Rohr  
 32 Ringraum  
 33 Mündungsöffnung  
 34 Luftstrahl  
 35 Schaumstrang, Schaum  
 36 Schaumpulversprühteilchen  
 37 Gegendruckregler  
 38 Längenabschnitt  
 39 Abluftleitung

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von lagerfähigen, tiefgefrorenen, eßbaren Schaumpulversprühteilchen (36), insbesondere von Lebensmitteln wie Milchprodukte (Eiskrem, Schlagsahne, Milch- bzw. Milchproteinkonzentrate), von Früchteschäumen, Proteinschäumen oder dergleichen, mit erhöhtem Gasgehalt von bis zu 90 Volumenprozent, vorzugsweise 30 bis 70 Vol.%, bei denen eine Fluidgrundmatrix, die aus einer oder mehreren Komponenten besteht, zwecks Schaumbildung aufgeschlagen und der Schaum anschließend schonend in einen gekühlten Sprühraum (13) unter Vermeidung von Verlusten an dispergiertem Gas in den Schaumpulversprühteilchen (36) mechanisch eingesprüht und in diesem Sprühraum (13) in weniger als einer Sekunde bei Temperaturen von  $\leq$  ca. 30°C bis 50°C unterhalb der Schmelztemperatur der zu versprühenden Fluidgrundmatrix des Schaumes auf Lagertemperatur abgekühlt und dadurch das Schaumgefüge in den Schaumpulversprühteilchen (36) durch kristalline und/oder amorphe Erstarrung der Fluidphase stabilisiert wird.
2. Verfahren zum Herstellen von lagerfähigen, durch Entzug oder Teilentzug der Fluidphase stabilisierten eßbaren Schaumpulversprühteilchen (36), insbesondere von Lebensmitteln wie Milchprodukten (Eiskrem, Schlagsahne, Milch- bzw. Milchproteinkonzentrate), von Früchteschäumen, Proteinschäumen oder dergleichen, mit erhöhtem Gasgehalt von bis zu 90 Volumenprozent, vorzugsweise 30 bis 70 Vol.%, bei denen eine Fluidgrundmatrix, die aus einer oder mehreren Komponenten besteht, zwecks Schaumbildung aufgeschlagen und der Schaum anschließend schonend in einen gekühlten oder erhitzten Sprühraum (13) unter Vermeidung von Verlusten an dispergiertem Gas in den Schaumpulversprühteilchen (36) mechanisch eingesprüht und in diesem Sprühraum (13) in weniger als einer Sekunde bis zu einigen Sekunden bei Temperaturen von ca. 30°C–50°C unterhalb des Gefrierpunktes der kontinuierlichen Fluidphase verfestigt (gefroren) und anschließend gefriergetrocknet wird, oder bei ca.  $\geq$  20°C bis 120°C oberhalb der Siedetemperatur der zu versprühenden Fluidgrundmatrix der geschäumten Systeme durch Trocknung lagerfähig stabilisiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaumpulversprühteilchen mit einer Teilchengröße von etwa 5 Mikrometern bis einigen Millimetern hergestellt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die inneren, die Schaumstruktur der Teilchen bildenden Gasblasen mit charakteristischen Abmessungen im Bereich von 1 bis ca. 100 Mikrometern hergestellt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkühlung in dem Sprühraum (13) durch direktes Eindüsen eines verdampfenden Kältemittels – zum Beispiel flüssigem Stickstoff oder Kohlendioxid – erzeugt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaum nach seiner Herstellung nur über einen relativ kurzen Weg bis zum Sprühraum (13) transportiert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluidgrundmatrix im kontinuierlichen Durchlaufverfahren

zu Schaum aufgeschlagen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zu versprühende Schaum mit feindisperser, gleichmäßiger Schaumstruktur in einer kontinuierlichen Aufschlagapparatur unter minimalem statischen Überdruck von ca.  $\leq 1$  bis 3 bar zur Erzielung einer feinstmöglichen Dispergierung der Gasphase mit enger Blasengrößenverteilung erzeugt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Sprühraum (13) zu versprühende Schaummatrix mit sehr kleinen Druckgradienten über der Düsenlänge von zum Beispiel  $\leq 0,1$  bis 1 bar durch die Sprühdüse transportiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der hergestellte, in den Sprühraum (13) einzusprühende Schaum bevorzugt drallfrei und mit laminarer Strömung beim mechanischen Verdüsen oder Versprühen durch die Sprühdüse transportiert wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der in den Sprühraum (13) eingesprühte Schaum erst unmittelbar bei seinem Eintritt in den Sprühraum (13) durch wenigstens einen Sprühgasstrom in die Schaumpulversprühteilchen (36) zerteilt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck, mit dem der Sprühgasstrahl auf den in den Sprühraum (13) eintretenden Schaum (35) auftrifft, derart eingestellt wird, daß keine Überbeanspruchung mit einhergehender Zerstörung der Schaumstruktur beim Eintritt in den Sprühraum (13) entsteht, sondern nur eine schonende Auflösung, ein schonendes Zerwellen oder Aufteilen des Schaumstranges (35) erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Sprühgasstrahl bevorzugt mit etwa 1 bis 10 bar auf den in den Sprühraum (13) eintretenden Schaum (35) auftrifft.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Sprühgasstrahl auf den Schaumstrang (35) unmittelbar bei dessen Eintritt in den Sprühraum (13) unter Drallbildung auf den Schaum (35) auftrifft.

15. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaumpulversprühteilchen (36) aus aufgeschäumten wäßrigen oder fettbasierten Fluidsystemen erzeugt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaumpulversprühteilchen (36) aus aufgeschäumten Wasser-Fett-(Öl)-Mischsystemen (z. B. Emulsionen oder Doppemulsionen O/W, W/O, W/O/W, O/W/O) hergestellt werden.

17. Verfahren nach Anspruch 2 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaumpulversprühteilchen (36) in den Sprühraum (13) eingedüst werden, in dem die Temperatur um mehr als 30°C über die Siedetemperatur der Fluidmatrix, welche das Schaumsystem bildet, angehoben wird und damit einer teilweisen oder vollständigen Trocknung unterzogen werden.

18. Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, zum Herstellen von lagerfähigen, tiefgefrorenen, eßbaren Schaumpulversprühteilchen (36), insbe-

sondere von Lebensmitteln wie Milchprodukte (Eiskrem, Schlagsahne, Milch- bzw. Milchproteinkonzentrate), von Früchteschäumen, Proteinschäumen oder dergleichen, mit erhöhtem relativen Gasgehalt von 0 bis 90 Volumenprozent, vorzugsweise von 30 bis 70 Vol.%, mit einem als Gefriersprühturm (11) ausgebildeten gekühlten Sprühraum (13), mindestens einer Sprühdüse (12) zum Einbringen wenigstens einer vorgeschäumten Fluidgrundmatrix in den gekühlten Raum (13), wenigstens einer Kühlvorrichtung zum Kühlen des Sprühraumes (13), einer Auffangvorrichtung am Sprühturm (11) zum Auffangen der während des Fallens durch den Sprühturm (11) gefrorenen stabilisierten Schaumpulversprühteilchen (36) und einer Wegfördevorrichtung zum gekühlten Wegfördern der gefrorenen Schaumpulversprühteilchen (36) zwecks Lagerung bzw. Weiterbeförderung.

19. Einrichtung nach Anspruch 18 zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegfördevorrichtung (36) ein Vakuumtrocknungsraum zur Gefrierdrying der Sprühpulverteilen nachgeschaltet ist.

20. Einrichtung nach Anspruch 2 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, zum Herstellen von lagerfähigen getrockneten, eßbaren Schaumpulversprühteilchen (36), insbesondere von Lebensmitteln wie Milchprodukte (Eiskrem, Schlagsahne, Milch- bzw. Milchproteinkonzentrate), von Früchteschäumen, Proteinschäumen oder dergleichen, mit erhöhtem Gasgehalt von bis zu 90 Volumenprozent, vorzugsweise 30 bis 70 Vol.%, mit einem Sprühturm (11), mindestens einem Heizregister (26) zum Aufheizen eines Heizgases, insbesondere Luft, das über wenigstens eine Leitung (27) dem Sprühraum (13), vorzugsweise regelbar, zuführbar ist, mindestens einer Sprühdüse (12) zum Einbringen wenigstens einer vorgeschäumten Fluidgrundmatrix in den beheizten Raum (13), einer Auffangvorrichtung am Sprühturm (11) zum Auffangen der während des Fallens durch den Sprühturm (11) getrockneten, stabilisierten Schaumpulversprühteilchen (36) und einer Wegfördevorrichtung zum getrockneten Wegfördern der stabilisierten Schaumpulversprühteilchen (36) zwecks Lagerung bzw. Weiterbeförderung.

21. Einrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluidgrundmatrix mittels einer oder mehrerer Pumpen (1) einer im kontinuierlichen Durchlaufverfahren arbeitenden, als Schaumaufschlagapparat ausgebildeten Aufschlagvorrichtung zuführbar ist, in der die Fluidgrundmatrix zu Schaum aufgeschlagen und der Schaum auf kurzem Weg wenigstens einer Sprühdüse (12) förderbar ist, durch die die Schaummasse in den gekühlten oder beheizten Sprühraum (13) bringbar und während ihres Einbringens zu Schaumpulversprühteilchen (36) vorbestimmbare Größe aufteilbar ist, die auf Lagertemperatur herunterkühlbar oder bei Trocknungstemperatur trockenbar und dabei stabilisierbar sind.

22. Einrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufschlagvorrichtung (7) unmittelbar ein Kühl- oder Gefriergerät zum Vorgefrieren des Schaumes nachgeschaltet wird, von der der vorgefrorene Schaum der mechanischen Sprühvorrättning zu förderbar ist.

23. Einrichtung nach Anspruch 20 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Sprühraum (13) wenigstens eine Heizvorrichtung (26) zugeordnet ist, die durch mindestens eine Leitung mit dem Sprühraum (13) verbunden ist.

24. Einrichtung nach Anspruch 18 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am unteren Ende des Sprühraumes (13) eine geeignete Verschlußvorrichtung, zum Beispiel eine Zellen-  
schleuse (16), angeordnet ist. 5
25. Einrichtung nach Anspruch 18 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufschlagvorrichtung (7) wenigstens ein Gegen-  
druckregler (37) angeordnet ist. 10
26. Einrichtung nach Anspruch 20 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Sprühraum (13) eine kontinuierliche Umlauf-  
strömung von heißer Luft oder Kaltluft aufrechterhalten wird. 15
27. Einrichtung nach Anspruch 18 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum mechanischen Versprühen als  
Doppelmanteldüse (12) ausgebildet ist, in deren äußeren Ringmantel (28) Sprühgas eintreibbar ist, während  
durch ein zentrales Förderrohr (29) der Schaum (35) 20  
zuführbar ist.
28. Einrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das zentrische Förderrohr (29) mit seiner  
Mündungsöffnung ebenfalls in der Mündungsebene (33) des Ringmantels (28) endet und daß der Ringman- 25  
tel im Bereich der Mündungsöffnung (33) des zentri-  
schen, den Schaum führenden Förderrohres (29) sich  
konisch zur Erzielung eines verengten Strömungsquer-  
schnittes für das Sprühgas verjüngt.
29. Einrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekenn- 30  
zeichnet, daß sich der Ringmantel (28) schonend in Be-  
zug auf seine Mündungsöffnung verjüngt und daß  
Wandungen der Strömungswege für den Schaum (35)  
extrem glatt, zum Beispiel beschichtet, ausgebildet  
sind. 35
30. Einrichtung nach Anspruch 27 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
das Sprühgas tangential in den äußeren Ringmantel  
(28) zur Erzielung einer turbulenten Gasströmung mit  
Drall eintritt. 40
31. Einrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die turbulente Gasströmung als scharfer,  
ringförmiger Luftstrahl mit Drall an der Mündungsöff-  
nung (33) auf den Schaumstrang (35) auftritt und daß  
der Schaumstrang laminar und drallfrei in dem glatt- 45  
wandigen, geraden, zentrischen Förderrohr (29) ge-  
führt ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

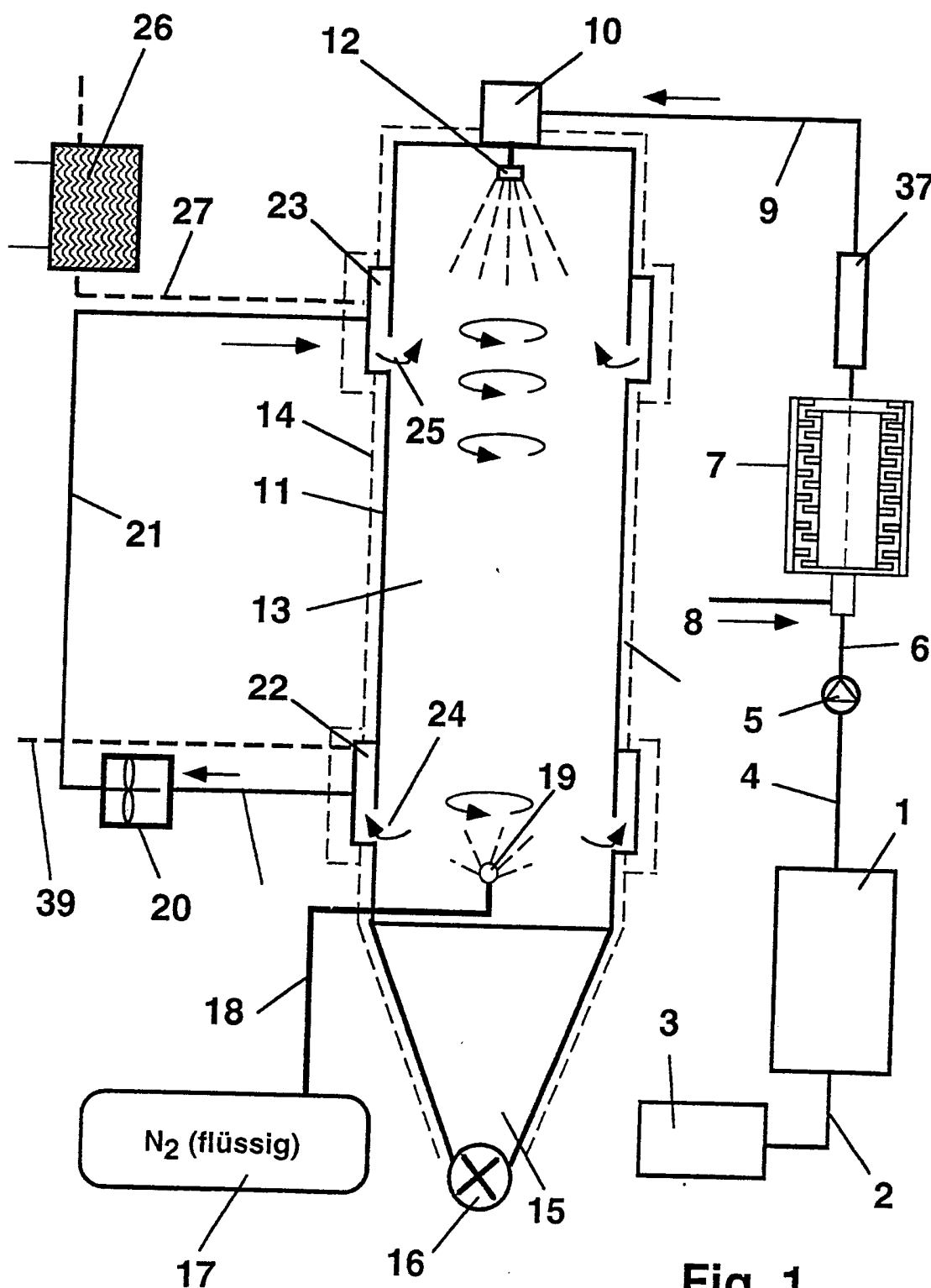
---

50

55

60

65



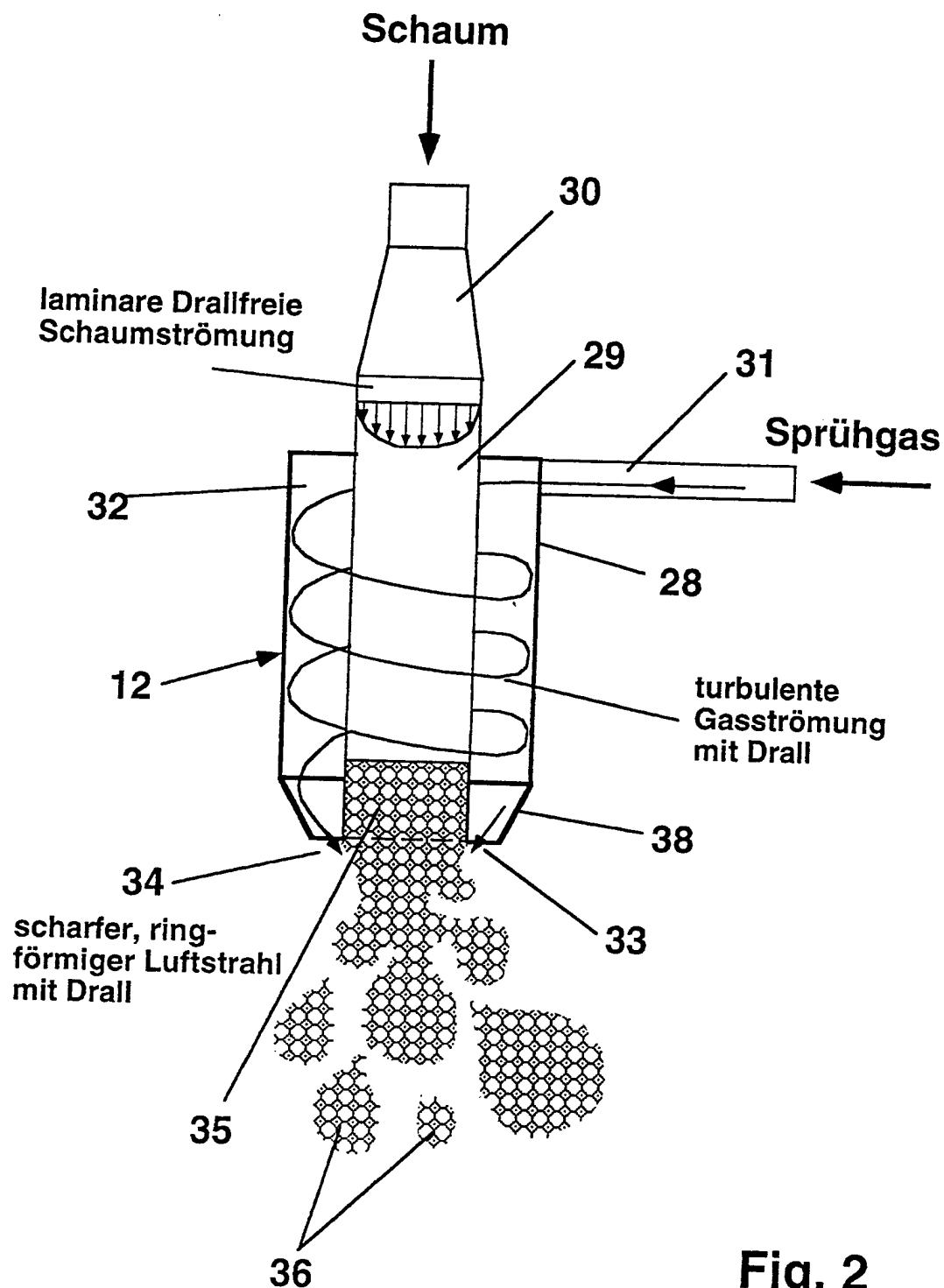


Fig. 2